AUS DER MED. UNIVERSITÄTSKLINIK BASEL (PROF. R. STAEHELIN) UND DEM. SCHWEIZERISCHEN INSTITUT FÜR HOCHGEBIRGSPHYSIOLOGIE UND TUBERKULOSEFORSCHUNG IN DAVOS (PROF. A. LOEWY)

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN IM TIEFLAND UND HOCHGEBIRGE ÜBER DAS VERHALTEN VON GRUNDUMSATZ UND SENKUNGS-REAKTION BEI TUBERKULÖSEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

HERMANN KAPP

MED. PRAKT. AUS BASEL

VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER IN BERLIN. 1928

Von der medizinischen Fakultät Basel
genehmigt auf Antrag von Prof. R. Staehelin

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck aus „Beiträge zur Klinik der Tuberkulose", Bd. 68, S. 378, 1928

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546714_0008

Während wir über die physiologischen Wirkungen großer Höhen auf das Verhalten der Atmung und des Grundumsatzes relativ gut unterrichtet sind, wissen wir noch wenig Sicheres über die Beeinflussung des kranken Organismus durch die therapeutisch wichtigen mittleren Höhen. Auch über die Veränderungen der Blutkörperchen-Senkungsreaktion, die in den letzten Jahren gerade durch ihre Beziehungen zur Tuberkulose wichtig geworden ist, durch die Höhe ist sehr wenig bekannt. Und doch liegt der Gedanke nahe, daß gerade in der durch äußere Reize leicht zu verändernden Atemmechanik, der regelmäßigsten Veränderung im Hochgebirge, ferner im Grundumsatz und in der Blutkörperchensenkungsreaktion, die ein außerordentlich empfindlicher Indikator für gewisse Veränderungen im Eiweißstoffwechsel ist, die Höhenklimatherapie der Tuberkulose ihre Hauptangriffspunkte hat.

Hill und *Campell*[1] untersuchten den *Gaswechsel* von Tuberkulösen in Montana (1800 m) bei Besonnung und Wind. Sie verglichen die gefundenen Zahlen mit den bekannten Standardwerten und fanden auffallend große Steigerungen (bis zu 79%) des Gaswechsels. In letzter Zeit haben *Vogel-Eysern*[2] und *Lanz*[3] bei Tuberkulösen den Grundumsatz im Hochgebirge verfolgt. Da die Tuberkulose an sich schon den Grundumsatz verändert und so individuell große Unterschiede bestehen, so können die gefundenen Steigerungen über die Standardwerte nicht dazu dienen, um über die Wirkung des Höhenklimas auf Tuberkulose Aufschluß zu geben.

Die einzigen vergleichenden Untersuchungen im Tiefland und Hochgebirge sind von *Dumarest* und *Maignon*[4] 1911 angestellt worden. Sie haben bei 15 Tuberkulösen verschiedener Stadien den Gaswechsel vergleichend in Lyon (180 m) und Hauteville (900 m) untersucht. Ihre Untersuchungen wurden jedoch unter dem Gesichtspunkte vorgenommen, wie sich der Gaswechsel im Verhältnis zu der durch das Klima bedingten Besserung bzw. Verschlimmerung der Tuberkulose gestaltet, dagegen wurde der Höhenklimawirkung an sich keine Beachtung geschenkt. Zudem beträgt die Höhendifferenz, unter welcher sie arbeiteten, bloß 720 m.

Über die Beeinflussung der *Senkungsreaktion* bei Tuberkulösen durch das Höhenklima wissen wir nichts. Beim Gesunden soll die Senkungsreaktion während der Dauer der Aklimatisation im Hochgebirge vermehrt sein (*Hediger*[5]).

In neuerer Zeit wurde der *Erregbarkeit des Atemzentrums* in Beziehung zur Tuberkulose (*Binet*[6]) und der Veränderung der Erregbarkeit im Höhenklima beim Gesunden mehr Beachtung geschenkt. Sie wurde beim Gesunden gesteigert gefunden (*Hasselbach* und *Lindhard*[7], *Rohrer*[8]; vgl. aber auch *Loewy*[9]). Beim Lungentuberkulösen im Hochgebirge liegen noch keine Beobachtungen vor.

Wir stellten uns daher die *Aufgabe*, bei einer größeren Anzahl von Tuberkulösen die Wirkung einer Höhendifferenz von 1350 m, wie sie bei der Klimatherapie der Tuberkulose meist in Frage kommt, auf Grundumsatz, Atemmechanik, Senkungsreaktion der roten Blutkörperchen und Erregbarkeit des Atemzentrums festzustellen. Es sollte dabei vor allem der Einfluß des verminderten Luftdruckes untersucht werden, andere wichtige Klimaelemente, wie Temperatur, Bestrahlung, Wind, sollten nicht besonders berücksichtigt werden.

Material. Die Untersuchungen wurden im Winter 1924—1925 (Dezember bis März) einerseits in Basel (250 m) andererseits in Davos (1600 m) durchgeführt. Sie bildeten die Fortsetzung von einigen Vorversuchen, die 1923 und 1924 Prof. *A. Loewy* und Dr. *K. von Neergaard* vergleichsweise in Basel und Davos ausgeführt hatten. Diese Fälle werden teilweise mitverarbeitet werden. Das Hauptmaterial bilden jedoch Untersuchungen an 29 Patienten mit Lungentuberkulose verschiedener Stadien, die von Basel nach Davos in die Basler Heilstätte zur Kur geschickt wurden. Die Patienten wurden von der Aufnahmekommission der Basler Heilstätte (Prof. *F. Egger*) in dankenswerter Weise der Med. Universitätsklinik zur Untersuchung überwiesen. Zum Teil handelt es sich um Patienten der Tuberkuloseabteilung der Med. Klinik.

Die Untersuchungen der Med. Klinik wurden von Herrn Dr. *K. von Neergaard* ausgeführt, und zwar bei den 4 Patienten der Klinik selbst im Abstand von einigen Wochen vor der Transferierung nach Davos, sowie kurz vorher, um eine Art Kurve zu bekommen, aus der leichter die beiden Komponenten einer Veränderung, nämlich einerseits die Einwirkung der Tuberkulose an sich, andererseits die Einwirkung des Klimawechsels getrennt beurteilt werden konnten. Bei den ambulanten Patienten wurde die Untersuchung in der letzten Woche vor der Abreise vorgenommen.

In Davos wurde eine erste Untersuchung meist am 2. Tage nach der Ankunft, nach 1 Tage Bettruhe vorgenommen und dann eine zweite meist im Abstand von einigen Wochen während der Kur wiederholt.

Von den Untersuchten sind 14 männlichen, 15 weiblichen Geschlechts. 5 waren unter 20 Jahren, 22 zwischen 20 und 50 Jahren und 2 über 50 Jahre. 6 Falle gehören dem 1., 3 dem 2., 20 dem 3. Stadium nach *Turban-Gerhardt* an.

Um eine genauere Übersicht über die Ausdehnung der Tuberkulose in den einzelnen Fällen zu gewinnen, wurden nach dem Vorschlag von *Oeri*[10] eine Einteilung in 6 Stadien vorgenommen. Diese Klassifikation wird gewonnen durch Addition der Zahlen, welche nach *Turban-Gerhardt* für beide Seiten getrennt festgestellt worden sind. Dadurch entstanden Gruppen von je 4—7 Fällen. Die 1. Gruppe mit nur 1 Fall wurde mit der 2. vereinigt. Die Schwere der momentanen Aktivität der Lungentuberkulose wird weitgehend durch die Größe der Senkungsreaktion dargestellt (*Neergaard*[11]). 18 Fälle hatten eine Senkungsreaktion unter 25 mm in der 1. Stunde. Weiterhin teilten wir unsere Kranken nach dem klinischen Bild, der Ausdehnung des Befundes und der Schwere des Verlaufs in 4 Gruppen ein, die wir mit „stationär" (6 Fälle), „wenig progredient" (7 Fälle), „progredient" (5 Fälle), „stark progredient" (11 Fälle) bezeichneten.

Methodik. Die Untersuchungen wurden sämtlich morgens am nüchternen, ruhenden Patienten ausgeführt. Die letzte Mahlzeit lag 12—14 Stunden zurück.

1. *Bestimmung des Grundumsatzes.* Die Apparatur konnte aus äußeren Gründen nicht die gleiche sein. In Basel atmeten die Patienten nach $^1/_2$stündiger Ruhe und Gewöhnung an die Atmung durch Mundstück und Condomventil in einen 150 l fassenden genau ausbalanzierten Spirometer. Da Kontrollen zeigten, daß die Zusammensetzung der Atemluft in den verschiedenen Höhen des Spirometers beträchtliche Schwankungen zeigten, wurde

ein elektrischer Ventilator eingebaut, der innerhalb einiger Minuten eine gleichmäßige Durchmischung erzielte. Aus dem Spirometer wurden Luftproben aus verschiedenen Höhen in quecksilbergefüllte Gaspipetten abgefüllt und mit dem Petterson-Högland-Tobiesenschen Gasanalysenapparat analysiert. Da der Apparat eigentlich für Kammerversuche mit verdünnter Respirationsluft bestimmt ist, mußte die Spirometerluft jeweils auf das 5fache verdünnt werden, was mit der Gaspipette des Analysenapparates in einwandfreier Weise möglich war.

In Davos erfolgten die Untersuchungen nach dem Zuntz-Geppertschen Verfahren. Die Patienten blieben morgens nüchtern im Bett und atmeten in die kleine transportable Gasuhr durch Mundstück und Condomventil, bis die Minutenvolumina konstant wurden. Dann wurde eine Probe in eine mit angesäuertem Wasser gefüllte Gaspipette abgenommen und im Gasanalysenapparate analysiert.

2. *Bestimmung der Senkungsreaktion.* Die Senkungsreaktion wurde in Basel und Davos jeweils vor der Gaswechseluntersuchung nach der Methode von *Westergreen* vorgenommen. Die Blutentnahme erfolgte mit einer Zweikubikzentimeterspritze, die mit 0,4 ccm Natriumcitratlösung (3,8%) beschickt war. Die Ablesungen wurden nach 15, 30, 45, 60, 90, 120 Minuten und 24 Stunden vorgenommen, und zur genauen Darstellung des Senkungsablaufes die Differenzenquotienten nach *Stöcklin*[12] bestimmt.

Tabelle 1. *Veränderung des Grundumsatzes durch die Höhendifferenz. Das Ausmaß der Veränderung.*

Größe der Abnahme in %	Anzahl der Fälle	Größe der Zunahme in %	Anzahl der Fälle
0— 5	6	0— 5	1
5—10	4	5—10	2
10—15	10	10—15	1
15—25	3	15—25	2

3. *Bestimmung der Atemsuspension.* Die Erregbarkeit des Atemzentrums wurde mittels der Dauer des willkürlichen Atemstillstandes[13] bestimmt. Aus äußeren Gründen konnte dies nur bei 17 Patienten ausgeführt werden. Es wurde die Zeit des Atemstillstandes nach ruhiger Exspiration und nach tiefster Inspiration mit der Stoppuhr gemessen.

Resultate. Die Ergebnisse sämtlicher Versuche sind in der Tab. 6 zusammengestellt. Im einzelnen ist dazu noch folgendes zu bemerken:

1. *Grundumsatz* (Tab. 1, 2, 3).

Der Sauerstoffverbrauch beträgt im Mittel für Basel 253 ccm pro Minute, für Davos 238 ccm. Im Durchschnitt ist also eine Abnahme von 5,9% zu beobachten. Auch in den einzelnen Fällen ist meist eine Abnahme zu verzeichnen; wir finden 23 Fälle mit in Davos erniedrigten Sauerstoffwerten, und nur 6 mit erhöhten. Die maximalen Werte betragen bei den Abnahmen bis 22%, bei den Zunahmen bis 19%.

Berechnet man den Sauerstoffverbrauch auf den Quadratmeter Körperoberfläche, wodurch beim Gesunden sicher konstantere Verhältnisse geschaffen werden, so finden wir für Basel ein Mittel von 162 ccm und für Davos 148 ccm, d. h. auch hier eine Abnahme von 8,6%. Auch hier bewegen sich die Großzahl der Fälle, nämlich 23, im Sinne einer Abnahme, und nur 6 Fälle zeigen eine Zunahme. Die Größe der Ab- bez. Zunahme ist recht verschieden. Die Grenzwerte betragen für die Abnahmen 2,6% im Minimum, 22% im Maximum und für die Zunahmen 1 bez. 24%. Nur wenige Fälle erreichen allerdings diese extremen Werte. Etwa die Hälfte der Fälle weisen Abnahmen auf, die zwischen 5 und 15% liegen. Die Streuung ist also nicht sehr groß (Tab. 1).

Versuchen wir durch eine Unterteilung in Gruppen Aufschluß darüber zu erhalten, wieweit der tuberkulöse Prozeß an sich die Veränderung des Grundum-

satzes bei Klimawechsel beeinflußt, so finden wir folgendes: Bei einer Einteilung der Fälle, welche sich auf die Senkungsreaktion stützt, ist ein kleiner Unterschied in der Reaktion auf das Klima zu erkennen (Tab. 2). Die leichteren Fälle zeigen mit 8% im Durchschnitt eine größere Abnahme als die schwereren Fälle mit 5%. Bei der Einteilung in 6 Stadien nach *Oeri* zeigen die Fälle mit geringster und mit größter Ausdehnung im Durchschnitt die geringste Sauerstoffabnahme, während die Fälle mit mittlerer Ausdehnung die größte Abnahme aufweisen. Das gleiche Ergebnis erhalten wir auch bei einer Einteilung nach der klinischen Dignität der Fälle. Hier zeigen die mäßig progredienten Fälle im Durchschnitt die größte Abnahme des Sauerstoffverbrauchs (12%), während die stationären Fälle kaum (4%), die sehr progredienten Fälle nur eine geringe Abnahme aufweisen (Tab. 2).

Tabelle 2. *Veränderung des Grundumsatzes durch die Höhendifferenz. Der Einfluß d. Tuberkulose.*

Einteilung	O_2/Min. Basel ccm	O_2/Min. Davos ccm	Differenz %
Fälle mit SR. unter 25 mm	161	148	— 8,1
„ „ „ über 25 „	160	151	— 5,6
Stadium 1, 2 (*Oeri*)	155	147	— 5,1
„ 3	178	156	—12,3
„ 4	158	146	— 7,4
„ 6	161	152	— 5,7
„ 6	158	148	— 6,3
stationäre Fälle	154	148	— 3,9
wenig progrediente Fälle	158	150	— 5,0
progrediente Fälle	168	148	—11,9
stark progrediente Fälle	159	149	— 6,2

Berechnet man aus den Zahlen, die *Dumarest* und *Maignon*[4] von ihren Untersuchungen an 15 Tuberkulösen in Lyon und Hauteville angeben, Mittelwerte, so findet man, daß der Sauerstoffverbrauch in Hauteville um 3,8% größer ist als in Lyon. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß in 8 Fällen auch hier der Sauerstoffverbrauch abnimmt und nur in 6 Fällen zunimmt. Die Ergebnisse von *Dumarest* und *Maignon* stehen also nicht in ausgesprochenem Widerspruch mit den der vorliegenden Arbeit.

Wieweit eine Änderung des Sauerstoffverbrauchs beim Übergang ins Höhenklima durch die Tuberkuloseinfektion als solche mitbestimmt wird, ist aus den mitgeteilten Zahlen nicht mit Sicherheit zu erkennen. Vor allem kommt es darauf an, wie man die bisher vorliegenden Untersuchungen an Gesunden in mittleren Höhen interpretiert.

1911 hat *Durig*[14] zusammenfassend über die vorliegenden Versuche von *Mermod*, *Mosso*, *Veragouth*, *Zuntz* und *Schumburg*, *Jaquet* und *Staehelin*, *Durig* und Frau und *Kuß* berichtet. Er gibt eine anfängliche, allmählich sich vermindernde, geringe Steigerung des Grundumsatzes an, stellt jedoch fest, daß noch zu wenig beweiskräftiges Material vorliege, um ein definitives Urteil zu fällen. Die neueren Untersuchungen von *Durig*[15], *Magnus* und *Liljestrand*[16], *Kestner*[17], *Schneider*[18] und *Loewy*[19] kommen alle zum Ergebnis, daß der Grundumsatz beim

Gesunden nur in einzelnen Fällen in Höhen von 1000—2000 m ü. M, eine Steigerung gegenüber dem Tiefland erfahre, meist aber unverändert bleibt.

Hält man diese Ergebnisse den Zahlen gegenüber, welche die vorliegenden Untersuchungen ergeben, so muß daraus der Schluß gezogen werden, daß Tuberkulöse die Neigung haben, beim Übergang in ein Gebirgsklima von mittlerer Höhe ihren Gaswechsel einzuschränken. Diese Herabsetzung des Grundumsatzes ist am ausgesprochensten bei mittelschweren Fällen. Schwere Fälle zeigen diese Reaktion auf die Klimawirkung nicht mehr so stark. Zur Wertung dieser Resultate ist noch die Diskussion der Fehlerquellen nötig.

Tabelle 3. *Veränderung des Sauerstoffberbrauchs bei Fällen die in Basel mehrmals untersucht wurden.*

Name	Zeitpunkt der Untersuchung	O_2/Min.	Veränderung in %	Name	Zeitpunkt der Untersuchung	O_2/Min.	Veränderung in %
K. W.	—47	309		W. F.	— 5	373	
	— 6	296			— 3	375	+8,3
	+ 2	267	—9,8		+ 8	406	
	+11	259					
				Z. G.	—60	284	
K. M.	—34	296			— 5	252	
	— 5	263			+ 4	248	—1,6
	+ 3	249	—5,3		+14	244	
	+14	259					
				S. L.	—26	302	
F. W.	— 2	262			— 4	302	—3,0
	— 1	252			+ 2	292	
	+ 8	240	—4,8	B. A.	— 5	290	
	+ ?	237			— 1	294	±0
	+45	266			+ 8	294	

Zeitpunkt der Untersuchung = Tag vor (—) oder nach (+) der Transferierung nach Davos (z. B. — 47 bedeutet 47 Tage vor der Abreise nach Davos, + 2 am 2. Tage des Davoser-Aufenthalts.

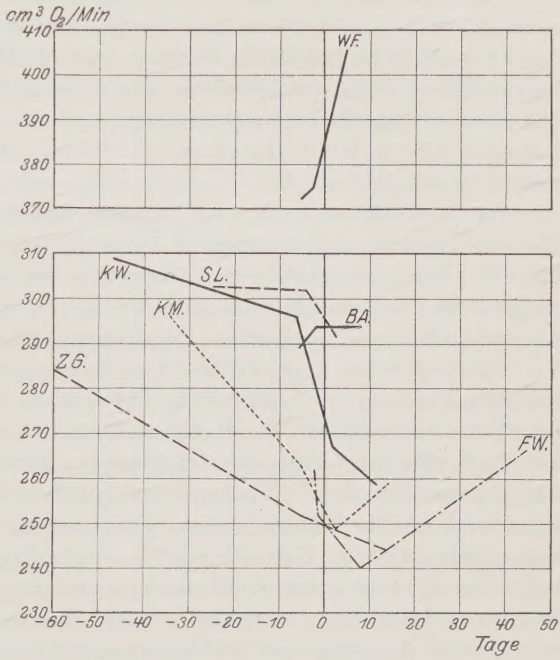
Die beiden Versuchsreihen wurden mit verschiedener Apparatur durchgeführt. Ein Vergleich beider Methoden konnte nicht unternommen werden. Ein konstanter methodischer Fehler kann also nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, wenn auch ein Anhaltspunkt für einen solchen nicht vorhanden ist.

Die Versuche in Basel sind meist die ersten Versuche an ungeübten Patienten. Es ist wohl möglich, daß trotz aller Einschärfung und Kontrolle das erstemal die Entspannung der Muskulatur nicht so völlig gelang, wie das zweite- und drittemal. Dieser Einwand wird jedoch durch die folgenden Fälle größtenteils widerlegt. In 4 eigenen Fällen und bei 3 Vorversuchen von *Loewy* und *Neergard* konnten schon in Basel 2 Gaswechselversuche ausgeführt werden. Von diesen 7 Fällen zeigen 5 eine Abnahme des Sauerstoffverbrauchs in Davos, einer zeigt eine Zunahme und einer bleibt gleich (Tab. 3). Die Abnahme des Sauerstoffverbrauchs betrug in diesen Fällen im Mittel 2,1% (Basel 291, Davos 285 ccm pro Minute). Die größte Abnahme beträgt 9,5%, die kleinste 4,8%. Die größte Zunahme beträgt 8,3%. Die Streuung ist also in diesen Fällen geringer. 5 davon sind schwere ausgedehnte Tuberkulosen, die nach den vorher erwähnten Beobachtungen (Tab. 2)

nicht stark auf den Klimareiz reagieren. Alle Abnahmen liegen jedoch über dem Mittel, welches wir für Stadium VI festgestellt haben.

Diese Untersuchungen an 7 Spitalpatienten geben uns einen wichtigen Anhaltspunkt für die Beurteilung der Gesamtresultate, indem sie zeigen, daß trotz vorhandener Übung infolge mehrmaliger Untersuchung im Tiefland bei 5 Fällen die Abnahme bestehen bleibt.

Die graphische Darstellung dieser Fälle (Kurve 1) zeigt sehr übersichtlich alle mitwirkenden Komponenten, da besonders die zeitlichen Verhältnisse klargelegt sind. 2 Fälle (Z. G., K. W.) zeigen in Basel schon ein leichtes Sinken des Grundumsatzes, dann beim Übergang vom Tiefland in die Höhe einen deutlichen Sprung und in Davos eine zwar etwas langsamere Abnahme, die aber immerhin rascher ist, wie vorher im Tiefland. Der Einwand, daß die Abnahme des Grundumsatzes in der Höhe einfach die Fortsetzung einer im Tiefland begonnenen Besserung der Tuberkulose sei, wird durch diese Kurven widerlegt. Bei BA. wird eine in Basel vorhandene Tendenz zur Steigerung des Grundumsatzes durch den Übergang zur Höhe auf gleichem Niveau festgehalten, d. h. relativ findet auch hier eine Abnahme statt. SL., bei welchem in Basel bei 2 Untersuchungen die gleichen Sauerstoffwerte gefunden wurden, weist beim Übergang in die Höhe eine deutliche Abnahme auf. Bei WF., der allerdings in der Tiefe in sehr kurzem Abstand untersucht wurde, scheint der Übergang zur Höhe, wenn überhaupt, eher eine Steigerung bewirkt zu haben. Er befand sich aber schon die letzte Zeit in Basel in einem Zustande der Verschlechterung. KM. scheint mit einer Abnahme des Grundumsatzes zu reagieren, kommt aber in Davos schon nach ein paar Tagen wieder auf den Wert von Basel. Auch er zeigte übrigens klinisch in den ersten Tagen in Davos eine Verschlimmerung. Ein ähnliches Verhalten finden wir bei FW. Der Anstieg bei WF. dürfte immerhin zeigen, daß der Abfall bei den anderen Fällen nicht die Folge eines systematischen Fehlers ist.



Kurve 1.

In Basel mußten, um eine weitere mögliche Fehlerquelle zu nennen, die Patienten vor dem Versuch zu Fuß ins Spital gehen, während sie in Davos im Bett bleiben konnten. Zudem waren in Davos die Patienten am Tage vor der Untersuchung im Bett. Dieser Umstand ist auch gegenüber allen Versuchen anderer Autoren

zu betonen. Auf allen bisherigen Expeditionen wurde am Tage vor der Untersuchung gearbeitet oder marschiert. Wenn auch darauf geachtet wurde, daß die Versuchspersonen mindestens $^1/_2$ Stunde vor den Versuchen ruhten, so können die höheren Werte in Basel doch auf die Muskelarbeit bezogen werden. Auch hier sind die Resultate, die wir an den 7 Spitalpatienten erhalten haben, wertvoll. Diese wurden auf den Bettwagen ins Untersuchungszimmer gefahren. Sie zeigen also die gleichen Versuchsbedingungen wie in Davos. Wenn auch sie eine Abnahme des Sauerstoffverbrauchs zeigten, spricht das für die Richtigkeit der Abnahme der übrigen Fälle.

Da in Davos das Atemvolumen der meisten Fälle geringer ist als in Basel, so ist sicher ein Teil der Abnahme des Sauerstoffverbrauchs auf die Verminderung der Atemarbeit zu beziehen. Rechnet man für 1000 ccm Minutenvolumen 5 ccm Sauerstoff, so steigt das Mittel für Davos auf 244 ccm Sauerstoff pro Minute und 154 ccm pro Quadratmeter Oberfläche, und die Abnahme beträgt für das Mittel nur noch 3,6 bez. 4,9%. Im einzelnen bleiben natürlich immer noch so große Abnahme bestehen, daß das Gesamtresultat dadurch nicht geändert wird.

Da die Kohlensäureausscheidung wesentlich von der dem Versuch unmittelbar vorangegangenen Atemtechnik abhängig ist, so kann sie uns keinen Aufschluß über den Energiewechsel verschaffen. Wir führen daher im folgenden nur kurz einige Zahlen an, vor allem deshalb, um sie den Ergebnissen am Gesunden gegenüber zu stellen, und um auf den Parallelismus im allgemeinen mit den gefundenen Veränderungen des Sauerstoffverbrauchs hinzuweisen. Das Mittel der Kohlensäureausscheidung in Basel betrug 184 ccm pro Minute und sank auf ein Mittel von 178 ccm in Davos. Die Kohlensäureausscheidung erfuhr also eine Abnahme von 3,6%. 20 Fälle zeigen diese Veränderung im Sinne des Mittels, 9 Fälle zeigen dagegen eine Zunahme. Wie beim Sauerstoffverbrauch reagieren unsere Tuberkulösen auch bei der Kohlensäureausscheidung mit einer Abnahme und zwar etwa von gleicher Größe. Beim Gesunden wurde dagegen schon in mittleren Höhen meist ein Ansteigen der Kohlensäureausscheidung gefunden. (Bei *Jaquet* und *Staehelin* 14,8%. Lit. siehe bei *Loewy*, Handb. d. Biochemie, *4*, 226. 1911.)

Da die Abnahme der Kohlensäureerzeugung geringer ist als die Abnahme des Sauerstoffverbrauchs, so wird der respiratorische Quotient etwas größer. Wir finden ihn in Basel im Mittel 0,724, in Davos 0,750 bei der ersten und 0,760 bei der zweiten Untersuchung. In 20 Fällen nimmt er zu, in 8 Fällen ab, in 1 Falle bleibt er gleich.

Interessant ist das häufige Vorkommen eines respiratorischen Quotienten unter 0,70 (in Basel 9 mal, in Davos 7 mal). Da wir ihn bei leichten wie bei schweren Fällen antreffen, glauben wir ihn nicht in Beziehung zur Schwere des Falles setzen zu können (*Grafe*[20]). Die Erklärung wird eher folgende sein. Durch die ungewohnte Mundatmung wird im Beginn des Versuchs das Atemvolumen gesteigert und damit Kohlensäure aus dem Körper ausgeschwemmt. Bei eingetretener Beruhigung der Atmung wird dann mehr Kohlensäure als normal retiniert. Da dabei der Sauerstoffverbrauch konstant bleibt, so wird der respiratorische Quotient kleiner (*Loewy*[21]). Da in unseren Versuchen anzunehmen ist, daß anfangs oft eine erregte Atmung stattgefunden hat, so erklären sich die Tiefen respiratorischen Quotienten wohl.

Ziehen wir alle diese Verhältnisse in Betracht, so erscheint uns doch der Schluß gerechtfertigt, daß der Grundumsatz des Tuberkulösen sich im Hochgebirge anders verhalte wie der des Gesunden und besonders in mittelschweren Fällen eine Tendenz zur Abnahme zeigt.

2. *Atemmechanik* (Tab. 4).

Das *abgelesene Minutenvolumen* nimmt in 21 Fällen beim Übergang von Basel nach Davos ab, in 8 Fällen dagegen ist es gesteigert. Dieses Ergebnis steht mit den bisher gefundenen Beobachtungen an Gesunden im Widerspruch. 1911 fand *Durig* (l. c. 387), daß von 22 Personen, die zwischen 1000 und 2000 m untersucht wurden, das Minutenvolumen bei 13 zunahm, bei 6 konstant blieb und nur bei 3 abnahm. Er bemerkt jedoch, daß ein entscheidendes Wort über die Lungenventilation in mittleren Höhen noch nicht gesprochen worden sei. *Loewy* (l. c. 636) fand bei 4 untersuchten Personen 2mal eine Abnahme, 1mal Konstanz und 1mal Zunahme des Minutenvolumens.

Das *reduzierte Atemvolumen* beträgt im Mittel in Basel 5785 ccm und sinkt in Davos auf 4548 ccm in der ersten und 4509 ccm in der zweiten Untersuchung. In 27 Fällen ist eine Abnahme ausgesprochen vorhanden, ein einziger Fall zeigt eine Zunahme und einer zeigt in Davos den gleichen Wert wie in Basel. Die Abnahme beträgt im Mittel 20.9%, zeigt aber in einzelnen Fällen Werte bis zu 50%. Beim Gesunden ist die Abnahme des reduzierten Volumens beim Übergang aus dem Tiefland ins Hochgebirge bekannt. (Lit. s. *Loewy*, l. c. S. 231.)

Beim Tuberkulösen liegen verschiedene Beobachtungen vor. Aus den Zahlen von *Dumarest* und *Maignon* läßt sich eine Abnahme des reduzierten Atemvolumens von 7,4% berechnen. 7 seiner Fälle zeigen diese Abnahme, 5 dagegen eine Zunahme 2 bleiben sich gleich. *Brieger*[22] verglich die Atemvolumina von 47 Krankenhauspatienten im Tiefland mit denen von 51 allerdings weniger Schwerkranken Sanatoriumspatienten in Davos. Er fand bei den stationären wenig ausgedehnten Lungentuberkulösen eine Steigerung von 20—30%, bei schweren ausgedehnten progredienten Fällen dagegen keine Steigerung. *Brieger* hatte jedoch im Tiefland und im Hochgebirge ein verschiedenes Material zur Verfügung, so daß ein Vergleich mit unseren Werten nicht möglich ist. Daß die Aktivität der Tuberkulose auf die Veränderung des Atemvolumens einen Einfluß hat, können wir an unserem Material bestätigen. Die Fälle mit hoher Senkungsreaktion zeigen eine geringere Abnahme des Atemvolumens als die mit niedriger Senkungsreaktion (Tab. 4). Größeren Einfluß auf die Atemmechanik scheint die Ausdehnung des Lungenprozesses zu haben. Die reduzierten Atemvolumina nehmen mit der Ausdehnung der Krankheit zu, dagegen ist die Abnahme in der Höhe gegenüber dem Tiefland bei den leichten Fällen größer. Es scheint also, daß der Einfluß des Klimas auf die Atemmechanik bei ausgedehnten Lungenprozessen nicht mehr so zum Ausdruck komme, wie das bei wenig ausgedehnten Prozessen der Fall ist. Wir finden also ein ähnliches Verhalten wie beim Grundumsatz. Die an sich größere Höhe des Atemvolumens der schweren Fälle steht im Vordergrunde, so daß die Klimawirkung bei ihnen weniger zur Geltung kommt. Da der Grundumsatz bei den schweren Fällen nicht erhöht war, ist das größere Atemvolumen der schwereren Fälle wohl eher als reflektorische Überkompensa-

tion aufzufassen, wie sie von *Staehelin* und *Schütze*[23] beim Asthma und Emphysem angenommen wurde.

Was die Atemfrequenz anbetrifft, so ist bekannt, daß sie in mittleren Höhen beim Gesunden teils erhöht, teils erniedrigt gefunden wurde, und zwar betrug die Veränderung häufig eine Zunahme von etwa 3 Atemzügen pro Minute (*Loewy* l. c. 228).

In unserem Material ist im Mittel eine Abnahme festzustellen, die etwa 2 Atemzüge in der Minute ausmacht. In 21 Fällen nimmt die Atemfrequenz ab, im Maximum um 8,5 Atemzüge, in 7 Fällen nimmt sie zu, im Maximum um 4,8 Atemzüge; im allgemeinen ist jedoch das Mittel aus einer relativ geringen Streuung gewonnen.

Zusammenfassend ist über die Atemmechanik zu sagen, daß bei 29 Fällen von Lungentuberkulose beim Übergang vom Tiefland in mittlere Höhen eine Abnahme des Atemvolumens und der Atemfrequenz beobachtet wurde. Noch mehr

Tabelle 4. *Veränderungen des Atemvolumens verglichen mit Senkungsreaktion und Ausdehnung der Tuberkulose.*

Einteilung	Atemvolumen red/Min.		Differenz
	Basel ccm	Davos ccm	%
Fälle mit SR. unter 25 mm	5854	4501	— 23,1
„ „ „ über 25 „	5673	4594	— 19,0
Stadium 1, 2 (*Oeri*)	5319	3979	— 25,2
„ 3	6071	4422	— 27,2
„ 4	5411	4149	— 22,8
„ 5	5775	4775	— 17,3
„ 6	5895	4926	— 16,3

als beim Grundumsatz sind jedoch hier die dort angeführten Bedenken gegen die absolute Richtigkeit des Resultates unserer Untersuchungen angebracht. Die Atemmechanik wird durch äußere Reize, durch psychischen Alteration und durch die Aufmerksamkeit des Untersuchten so leicht verändert, daß sie eine der am schwierigsten festzustellenden Körperfunktionen darstellt. Die hohen Werte in Basel sind zum Teil sicher der Aufregung des Patienten beim ersten ungewohnten Versuche zuzuschreiben.

3. *Senkungsreaktion* (Tab. 5).

Der Einstundenwert zeigt im Mittel zwischen Basel (30,4 mm) und Davos (30,5 mm) keine Veränderung. Der Zweistundenwert ist in Davos mit 51,1 um 13% niedriger als in Basel mit 58,7 mm. Im einzelnen zeigen aber schon die Stundenwerte in den meisten Fällen eine geringe Abnahme: in 19 Fällen nimmt der Wert ab, in 6 Fällen zu, in 2 Fällen bleibt er gleich. Im Zweistundenwert wird das noch deutlicher: 22 Fälle zeigen eine Abnahme des Wertes, 5 Fälle eine Zunahme. Über das Ausmaß der Ab- bzw. Zunahme gibt Tab. 5 Auskunft. Es ist daraus ersichtlich, daß die Abweichungen sich ziemlich geschlossen in geringen Graden halten. Über die Hälfte der Fälle mit Abnahme liegen zwischen 0 und 5 mm.

Diese Abnahme ist wahrscheinlich als Klimawirkung aufzufassen. Daß die Änderung der Senkungsreaktion nicht einer Änderung der Krankheit entspricht, ist bei der geringen zeitlichen Distanz der Untersuchungen wohl sicher. Man würde zum vornherein eher erwarten, daß die Reise von Basel nach Davos die Kranken schlecht beeinflussen und die Senkungsreaktion erhöhen würde. Dafür sprechen jedoch die vorliegenden Untersuchungen nicht. Die Senkungsreaktion wird im Durchschnitt also in gleichem Sinne wie der Grundumsatz verändert; im einzelnen Falle besteht allerdings der Parallelismus zwischen Veränderung der Senkungsreaktion und des Grundumsatzes nicht.

Auffallend ist, daß in Davos viel häufiger (11 Fälle) unscharfe Grenzen der Erythrocytensäule beobachtet wurde als in Basel (2 Fälle). Da nach *Stöcklin*[12] die Größe der unscharfen Zone im allgemeinen mit der Größe der Senkungsreaktion steigt, ist dieser Befund auffallend und zeigt, wie schon *Stöcklin* betont hat, daß noch andere Faktoren, die wir zum Teil nicht kennen, mit eine Rolle spielen.

Tabelle 5. *Veränderung der Senkungsreaktion durch die Höhendifferenz.*

Größe der Veränderung in mm	1 Std.-Wert Zahl der Fälle	2 Std.-Wert Zahl der Fälle	Max. Diff. Quot. Zahl der Fälle
—100 bis — 51	0	0	2
— 50 „ — 41	0	1	1
— 40 „ — 31	0	3	2
— 30 „ — 21	3	3	0
— 20 „ — 11	3	2	2
— 10 „ — 6	2	2	2
— 5 „ — 1	12	12	7
+ 1 „ + 5	1	0	2
+ 6 „ + 10	4	0	3
+ 11 „ + 20	0	3	3
+ 21 „ + 30	1	1	1
+ 31 „ + 40	0	1	0
+ 41 „ + 50	0	0	0
+ 51 „ —100	0	0	1

Da wir über den Verlauf der Senkungsreaktion, wie *Stöcklin* gezeigt hat, durch die Angabe des maximalen Differenzenquotienten eine genauere Darstellung bekommen, als es mit Hilfe des Ein- und Zweistundenwertes möglich ist, wurde auch in unseren Fällen viertelstündlich abgelesen und aus diesen Werten die maximale Senkungsgeschwindigkeit berechnet. Die maximale Senkungsgeschwindigkeit beträgt im Mittel in Basel 54,6 mm pro Stunde, in Davos 51,5 mm. Wir finden also eine Abnahme von 5,7%. Die größere Zahl der Fälle zeigt einen Ausschlag im Sinne des Mittels: 16 nehmen ab, 10 nehmen zu, 1 bleibt gleich. Der Zeitpunkt des maximalen Differenzenquotienten verschiebt sich beim Übergang ins Hochgebirge nach rechts in 14 Fällen, nach links in 4 Fällen und tritt zu gleicher Zeit in 9 Fällen ein. Die maximale Senkungsgeschwindigkeit tritt also in Davos später ein als in Basel.

Berücksichtigen wir die gleichsinnige Abnahme des Grundumsatzes und der Senkungsreaktion beim Übergang der Tuberkulösen in die Höhe, so liegt der Gedanke nahe — soweit aus unseren Untersuchungen schon bindende Schlüsse gezogen werden dürfen — daß die Höhenklimatotherapie der Tuberkulose nicht als Reiz-, sondern als Schonungstherapie aufzufassen ist. Das gilt besonders für die leichten, therapeutisch günstigeren Fälle. Wieweit aus dem Verhalten des Grundumsatzes beim Übergang in die Höhe Schlüsse prognostischer Art gezogen

Tabelle 6.*

Name, Geschl. Alter, Länge, Stadium. Path. Form, Progredienz.	Gewicht kg	Datum	Tag der Kur	Atemvolumen nicht red. ccm	Atemvolumen red. ccm	Atemfreq.	Atemtiefe ccm
1. H. H., ♂, 23 Jahre; L. 178 cm	64,0	6. XII.	— 4	7254	6593	11	403
R II. L III = V prod. Progr.	64,0	11. XII.	+ 2	7000	5139	16	437
+. Cav. Tbb +	66,2	6. I.	+ 28	7200	5277	14	514
	67,4	25. III.	+106	6733	4865	15	449
2. M. H., ♀, 34 Jahre; L. 156 cm	36,6	15. XI.	— 35	6660	5779	18	370
R I. L I = II prod. tbc. Sal-	36,6	22. XII.	+ 3	5580	4084	14	398
pingitis. Progr. 0. Tbb —	36,9	12. I.	+ 24	4917	3612	14	351
	36,9	17. III.	+ 88	4029	2956	12	326
3. W. A., ♂, 39 Jahre; L. 165 cm	67,5	21. I.	— 2	4945	3964	9	549
R I. L I = II prod. Progr. +	67,5	29. I.	+ 7	4500	3276	12	375
Tbb —	68,8	13. II.	+ 22	5029	3600	10	503
4. F. E., ♂, 41 Jahre; L. 161 cm	71,4	27. I.	— 3	7490	6222	18	416
R I. L I = II prod. Progr. 0	71,4	3. II.	+ 5	6440	5039	16	402
Tbb —	73,4	16. II.	+ 18	6300	4533	14	450
5. S. E., ♀, 37 Jahre; L. 159 cm	58,3	30. I.	— 5	6433	5074	19	350
R II. L III = V prod. Progr.	58,3	11. II.	+ 8	5966	4377	16	373
++. Cav. Struma Tbb +	58,5	24. II.	+ 21	6180	4475	16	386
6. E. J., ♀, 34 Jahre; L. 166 cm	51,3	30. I.	— 5	6833	5659	21	325
R I. L III = IV prod. Progr.	51,3	11. II.	+ 8	5720	4120	18	318
+++. Cav. Tbb +	52,3	25. II.	+ 22	6000	4286	17	353
7. K. G., ♀, 18 Jahre; L. 160 cm	51,9	3. II.	— 1	5230	4455	17	304
R I. L I = II exsud. Progr.	51,9	12. II.	+ 9	5028	3617	14	359
++. Tbb +.	53,3	25. II.	+ 22	4883	3536	12	406
8. R. W., ♂, 55 Jahre; L. 160 cm	61,7	11. II.	— 2	9667	8238	22	430
R II. L I = III prod. Progr.	61,7	14. II.	+ 2	8750	6226	20	438
++. Lebercirrh. Tbb +	65,4	2. III.	+ 18	10667	7596	16	667
9. K. M., ♀, 42 Jahre; L. 162 cm	47,3	5. II.	— 7	7728	6678	23	338
R III. L II = V prod. Lupus.	47,3	16. II.	+ 5	6525	4659	18	362
Progr. ++. Cav. Tbb +	48,0	2. III.	+ 19	5960	4243	18	331
10. B. A., ♀, 24 Jahre; L. 156 cm	50,3	3. II.	— 4	5633	4811	17	326
R 0. L I = I prod. Progr. 0.	50,3	17. II.	+ 11	5860	4220	16	366
Hilusdrüsen. Tbb —	49,3	3. III.	+ 25	5266	3750	18	292
11. Z. G., ♂, 47 Jahre; L. 169 cm	61,4	19. XII.	— 60	7780	7180	14	567
R III. L III = VI prod. Progr.	58,8	13. II.	— 5	8922	8092	17	522
+++. Cav. Tbb +	58,8	21. II.	+ 4	6980	5088	19	367
	60,7	3. III.	+ 14	7050	5082	14	503
12. R. E., ♂, 21 Jahre; L. 177 cm	59,8	18. II.	— 3	6760	5595	15	451
R III. L III = VI exsud. Pro-	59,8	23. II.	+ 3	6280	4431	14	433
gred. +++. Cav. Tbb +	61,4	10. III.	+ 18	5800	4916	14	485
13. H. F., ♂, 45 Jahre; L. 165 cm	59,9	11. II.	— 2	5031	4304	21	398
R III. L III = VI exsud. Pro-	59,9	24. II.	+ 12	5600	4057	14	400
gred. +++. Cav. Tbb +							
14. S. M., ♀, 52 Jahre; L. 152 cm	48,7	20. II.	— 5	6220	5619	23	272
R I. L I = II prod. Progr. 0.	48,7	26. II.	+ 2	5900	4277	22	268
Struma. Tbb —	50,2	13. III.	+ 17	5083	3726	18	282

* Stab 1: L = Länge (in cm) R (L) = Angabe der Seite für Stadieneinteilung nach *Turban-Gerhardt*. prod. = vorwiegend produktiv, exsud. = vorwiegend exsudativ. Progr. 0 = stationär, Progr. + = wenig progredient, Progr. + + = progredient, Progr. + + + = stark progredient. Tbb = Tuberkelbazillen Cav. = Caverne. Stab 4: siehe Erklärung zu Tabelle 8. Stab 16: Die erste Zahl bedeutet die maximale Senkungsgeschwindigkeit, die zweite diejenige Viertelstunde, in welcher die max. Senkungsgeschwindigkeit erreicht wurde. Stab 17 u. 18: I = nach ruhiger Exspiration, II = nach forcierter Inspiration.

Tabelle 6.*

CO_2 pro Min. ccm	O_2 pro Min. ccm	CO_2/O_2	O_2-Verbrauch pro kg ccm	O_2-Verbrauch pro qm ccm	Senkungsreaktion 1 Std. Wert mm	Senkungsreaktion 2 Std. Wert mm	Senkungsreaktion max. Diff. Quot.	Atemsuspension I Sek.	Atemsuspension II Sek.
231	314	0,737	4,9	174	17	41	28/3	—	—
207	271	0,764	4,2	150	12	42	22/4	—	—
221	272	0,815	4,1	150	6	20	14/6	—	—
223	316	0,821	4,6	168	6	16	12/8	—	—
165	229	0,720	4,3	152	—	—	—	—	—
158	205	0,771	3,8	136	—	—	—	—	—
141	169	0,832	3,1	111	—	—	—	—	—
143	200	0,716	3,5	129	—	—	—	—	—
178	246	0,721	3,6	138	3	9	7/8	39	70
183	237	0,774	3,5	133	3	8	6/8	$25^2/_5$	57
186	264	0,706	3,8	148	2	6	4/6	—	—
207	261	0,791	3,7	149	3	6	4/4	16	33
209	276	0,758	3,9	157	2	5	4/3	$12^4/_5$	$27^4/_5$
182	253	0,718	3,4	142	2	4	10/6	—	—
163	247	0,661	4,2	154	20	48	36/6	$16^4/_5$	31
163	202	0,809	3,4	126	25	61	39/6	$8^1/_5$	$13^2/_5$
166	220	0,753	3,7	138	—	—	—	—	—
157	251	0,626	4,9	173	67	92	116/2	$18^1/_5$	$43^2/_5$
154	196	0,787	3,8	135	96	125	124/2	17	28
165	219	0,754	4,2	139	—	—	—	—	—
150	240	0,625	4,6	158	36	66	48/3	—	—
159	223	0,715	4,2	146	32	65	40/4	—	—
140	189	0,737	3,5	123	25	37	10/6	—	—
216	316	0,686	5,1	193	25	67	68/4	—	—
208	271	0,767	4,4	165	13	35	24/6	—	—
187	291	0,644	4,4	174	—	—	—	—	—
177	259	0,684	5,5	176	47	81	60/3	—	—
172	228	0,763	4,7	154	30	49	40/3	—	—
159	206	0,769	4,3	138	48	64	—	—	—
169	243	0,694	4,8	164	5	14	9/6	—	—
169	218	0,775	4,3	147	2	5	4/6	—	—
152	199	0,767	4,0	136	5	15	8/4	—	—
176	284	0,892	4,6	166	—	—	—	—	—
188	252	0,744	4,3	151	86	103	160/2	—	—
163	248	0,655	4,2	147	64	80	180/3	—	—
179	244	0,736	4,0	143	75	100	160/2	—	—
221	311	0,711	5,2	181	47	82	68/3	—	—
179	256	0,697	4,2	149	23	55	36/4	—	—
212	261	0,812	4,2	148	35	65	76/3	—	—
123	193	0,639	3,2	116	61	94	80/2	—	—
164	230	0,713	3,8	138	34	53	48/4	—	—
166	250	0,661	5,1	175	—	—	—	$15^2/_5$	$31^4/_5$
150	217	0,693	4,4	152	—	—	—	18	24
141	188	0,752	3,7	130	—	—	—	—	—

Name, Geschl. Alter, Länge, Stadium, Path. Form, Progredienz.	Gewicht kg	Datum	Tag der Kur	Atemvolumen nicht red. ccm	Atemvolumen red. ccm	Atemfreq.	Atemtiefe ccm
15. K. M., ♀, 32 Jahre; L. 158 cm	35,2	19. II.	— 6	5275	4519	21	256
R III. L II = V prod. Progr.	35,2	26. II.	+ 2	7500	5397	23	332
+++. Cav. Tbb +	36,7	23. III.	+ 25	5240	3748	21	250
16. K. W., ♂, 17 Jahre; L. 172 cm	55,3	15. I.	— 47	12920	10806	39	330
R III. L III = VI exsud. Progred. +++. Cav. Tbb +	51,1	26. II.	— 6	8233	6714	23	357
	50,7	5. III.	+ 2	8160	5856	18	453
	52,4	14. III.	+ 11	8500	6289	25	445
17. B. K., ♂, 30 Jahre; L. 175 cm	65,3	26. II.	— 6	7575	6417	19	399
R III. L III = VI prod. Progr.	65,3	5. III.	+ 2	6575	4742	11	598
+. Cav. Tbb +	66,4	16. III.	+ 13	5800	4229	10	563
18. K. F., ♂, 28 Jahre; L. 175 cm	65,2	24. II.	— 8	11530	8028	21	553
R I. L I = II prod. Progr. 0. Tbb +	65,2	6. III.	+ 3	6460	4729	14	461
	65,7	16. III.	+ 13	6200	4551	17	374
19. H. E., ♀, 27 Jahre; L. 166 cm	42,7	25. II.	— 7	6386	5469	18	345
R III. L III = VI prod. Progr.	42,7	6. III.	+ 3	6625	4839	16	414
++. Cav. Tbb +	43,8	20. III.	+ 14	5640	4122	17	332
20. M. M., ♀, 31 Jahre; L. 164 cm	55,0	4. III.	— 2	5187	4239	16	314
R II. L II = IV prod. Progr.	55,0	7. III.	+ 2	5300	3884	15	346
+. Pneumothorax. Tbb +	55,0	21. III.	+ 16	6025	4384	17	361
21. A. M., ♀, 34 Jahre; L. 158 cm	51,3	3. III.	— 3	6300	5347	24	265
R III. L I = IV exsud. Progr.	51,3	9. III.	+ 4	5700	4067	21	271
+. Cav. Tbb +							
22. B. N., ♀, 28 Jahre; L. 153 cm	42,0	4. III.	— 3	5537	5290	17	316
R III. L I = IV prod. Progr.	42,0	9. III.	+ 4	4900	4097	18	265
+++. Tbc. lar. Tbb +	42,3	23. III.	+ 18	4867	3480	17	286
23. S. H., ♂, 23 Jahre; L. 177 cm	65,6	6. III.	— 5	6528	6009	17	384
R II. L I = III prod. Progr.+	65,6	12. III.	+ 2	8000	5832	16	485
Tbb +	66,8	24. III.	+ 14	6680	4822	16	410
24. W. F., ♂, 36 Jahre; L. 167 cm	56,6	5. III.	— 6	7171	6056	18	369
R III. L I = IV prod. Progr.+	56,6	12. III.	+ 2	6300	4581	16	404
Cav. Tbb +							
25. K. M., ♂, 20 Jahre; L. 163 cm	53,2	4. II.	— 34	9033	7982	27	328
R III. L III = VI prod. Progr.	53,7	6. III.	— 5	7513	6287	16	698
+++. Cav. Tbb +	52,5	13. III.	+ 3	7480	5503	17	440
	53,9	24. III.	+ 14	6850	4935	13	507
26. S. L., ♂, 23 Jahre; L. 177 cm	67,5	26. II.	— 26	6712	5346	11	617
R II. L. III = V prod. Progr.	70,6	20. III.	— 4	7543	6069	14	538
+. Cav. Tbb +	71,7	26. III.	+ 2	6060	4303	9	673
27. K. K., ♀, 19 Jahre; L. 158 cm	48,3	22. I.	— 1	8262	7748	23	359
R 0. L III = III prod. Progr.	49,5	25. III.	+ 84	5340	3840	19	360
+++. Cav. Tbb +							
28. S. R., ♀, 18 Jahre; L. 170 cm	42,1	27. I.	— 3	5533	4866	20	278
R I. L III = IV prod. Progr.	44,2	19. III.	+ 49	4850	3555	20	243
+++. Cav. Tbb +							
29. A. M., ♀, 18 Jahre; L. 159 cm	49,9	25. II.	— 8	5800	4805	19	306
R III. L III = VI exsud. Progr.	50,6	19. III.	+ 16	5050	3706	19	206
+++. Cav. Tbb +. Halsdrüsentbc.							

CO_2 pro Min. ccm	O_2 pro Min. ccm	CO_2/O_2	O_2-Verbrauch pro kg ccm	O_2-Verbrauch pro qm ccm	Senkungsreaktion 1 Std. Wert mm	Senkungsreaktion 2 Std. Wert mm	Senkungsreaktion max. Diff. Quot.	Atemsuspension I Sek.	Atemsuspension II Sek.
134	180	0,744	5,1	141	75	113	156/2	$9^2/_5$	21
182	223	0,814	6,3	175	48	81	85/3	$15^2/_5$	16
126	161	0,780	4,4	124	28	58	44/3	—	—
251	309	0,813	5,6	187	63	98	92/3	7	25
200	296	0,677	5,7	185	106	119	172/2	$11^2/_5$	17
182	267	0,683	5,2	168	98	117	244/2	8	16
212	259	0,820	4,9	161	75	112	—	—	—
215	283	0,760	4,3	158	21	47	30/4	$19^1/_5$	53
231	288	0,801	4,4	160	19	44	26/6	16	28
206	282	0,831	4,2	157	9	23	18/8	—	—
237	263	0,901	4,0	147	7	19	13/8	—	—
207	288	0,718	4,4	160	6	16	12/8	—	—
200	263	0,758	4,0	146	5	15	12/8	—	—
169	229	0,737	5,6	159	20	45	28/4	9	15
158	217	0,727	5,0	150	17	42	34/6	$8^2/_5$	$19^1/_5$
161	216	0,745	4,9	149	11	30	22/6	—	—
154	204	0,755	3,7	128	22	48	32/6	$12^2/_5$	$47^2/_5$
150	226	0,663	4,1	141	17	45	30/8	$15^1/_5$	26
168	210	0,796	3,8	132	15	35	22/6	—	—
170	235	0,721	4,6	158	9	24	16/6	$20^3/_5$	$47^3/_5$
153	208	0,738	4,0	139	8	24	20/8	17	$31^2/_5$
168	222	0,748	5,3	165	53	88	144/3	25	64
161	216	0,746	5,1	161	49	85	56/4	23	$44^1/_5$
142	182	0,778	4,3	134	53	92	80/3	—	—
209	286	0,737	4,4	169	7	21	24/6	$22^1/_5$	43
241	277	0,869	4,2	161	4	5	6/3	$15^2/_5$	$41^2/_5$
209	252	0,827	3,8	134	3	7	4/4	—	—
209	274	0,763	4,2	157	7	17	11/8	$13^2/_5$	$31^2/_5$
186	240	0,775	3,7	138	7	13	10/3	18	30
212	296	0,716	5,6	189	43	77	56/2	15	50
208	263	0,791	5,0	168	64	99	100/3	$29^3/_5$	$51^1/_5$
189	249	0,758	4,7	160	73	95	124/3	—	—
204	259	0,788	4,8	165	55	93	—	—	—
230	302	0,764	4,5	164	8	29	26/8	—	—
238	302	0,790	4,3	161	9	27	18/8	—	—
233	292	0,799	4,0	155	8	20	12/6	—	—
178	244	0,729	5,0	166	18	40	24/3	$41^2/_5$	51
151	219	0,690	4,4	148	28	57	40/4	$13^1/_5$	22
158	227	0,698	5,4	155	15	29	20/3	—	—
142	201	0,790	4,5	135	23	52	32/3	—	—
170	222	0,768	4,4	148	74	101	100/2	—	—
146	191	0,763	3,8	127	82	119	108/3	—	—

bzw. Indikationen für die Klimatotherapie praktisch aufgestellt werden können, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

4. *Atemsuspension.*

Loewy (l. c. S. 644) hat ein sprungweises Sinken der Dauer der Atemsuspension von Zürich nach Davos festgestellt. Er glaubt nicht, eine Steigerung der Erregbarkeit des Atemzentrums mit zunehmender Höhe daraus folgern zu können. Die Bedingungen, an welche die Dauer der willkürlichen Atemsuspension gebunden ist, sind zu vielfältig. Umfang und Form der Atemmechanik, Lungenstellung, Höhe des Stoffwechsels und in unseren Fällen der pathologische Prozeß der Lunge und nicht zuletzt die Willenskraft des Untersuchten wirken bestimmend auf die Atemsuspension ein. *Binet* (l. c. 381) findet bei Gesunden eine Dauer von 45—100 Sek., bei Herzkranken im Mittel 19 Sek., bei Tuberkulösen im Mittel 14 Sek. Wir können diese beiden Beobachtungen im allgemeinen bestätigen. Von unseren 17 Patienten nimmt bei 13 die Dauer der willkürlichen Atemsuspension nach ruhiger Exspiration, bei 14 nach forcierter Inspiration ab. Im Mittel finden wir in Basel 19 Sek., in Davos 16 Sek. nach ruhiger Exspiration. 41 resp. 30 Sek. nach forcierter Inspiration. Im Mittel zeigt sich also eine Abnahme von 14 resp. 25% zwischen Basel und Davos. Unsere Mittel liegen etwas über den von *Binet* angegebenen. Allerdings ist fast durchweg in den einzelnen Fällen der Einfluß der Ausdehnung der Lungentuberkulose auf die Dauer der Atemsuspension festzustellen. Zudem sind unsere Heilstättepatienten wohl nicht so schwere Fälle wie die von *Binet* untersuchten Spitalpatienten.

Zusammenfassung.

1. Es wurden vergleichende Untersuchungen von Grundumsatz, Senkungsreaktion und willkürlicher Atemsuspension an Tuberkulösen im Tiefland (Basel) und Hochgebirge (Davos) vorgenommen.

2. Der Grundumsatz nahm im Mittel in der Höhe gegenüber dem Grundumsatz der gleichen Patienten im Tiefland ab. Die leichteren Fälle zeigten eine größere Einschränkung des Grundumsatzes als die schwereren.

3. In Übereinstimmung mit der Veränderung des Grundumsatzes nahm im Durchschnitt auch die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen in der Höhe ab.

4. Die Atemsuspension war in der Höhe verkürzt.

5. Nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen scheint die Klimatotherapie der Tuberkulose nicht eine Reiz-, sondern eher eine Schonungstherapie zu sein.

Herrn Prof. *R. Staehelin* spreche ich für die Anregung zu dieser Arbeit, den Herren Prof. *A. Loewy* und Priv.-Doz. Dr. *K. v. Neergaard* für die Leitung und Überwachung der Versuche, ferner Herrn Dr. *F. Oeri* für die Überlassung des Materials meinen besten Dank aus.

Literaturverzeichnis.

[1] *Hill* und *Campell*, Brit. med. journ. 1922, Nr. 3193. — [2] *Vogel-Eygern*, Beitr. z. Klin. d. Tuberkul. **57**, 65. 123. — [3] *Lanz*, Beitr. z. Klin. d. Tuberkul. **61**, 97. 1925. — [4] *Dumarest* und *Maignon*, Rev. de la tubercul. II. série **9**, 19. 1912. — [5] *Hediger*, Schweiz. med. Wochenschr. **53**, 353. 1923. — [6] *Binet*, Presse méd. **28**, 381. 1920. — [7] *Hasselbach* und *Lindhard*, Skand. Arch. f. Physiol. **25**, 361. 1911. — [8] *Rohrer*, Ann. d. schweiz. Ges. f. Balneol. **17**. 1922. — [9] *Loewy*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **207**, 632. 1925. — [10] *Oeri*, Jahresberichte der Baseler Heilstätte Davos 1924, S. 45. — [11] *Neergaard*, Schweiz. med. Wochenschr. **53**, 1122. 1923. — [12] *Stöcklin*, Zeitschr. f. klin. Med. **104**, 662. 1926. — [13] *Loewy*, Pflügers Arch f.. d. ges. Physiol. **207**, 644. 1925. — [14] *Durig*, Denkschriften d. Akad. d. Wiss. Wien **86**, 153. 1911. — [15] *Durig*, Biochem. Zeitschr. **39**, 435. 1912. — [16] *Magnus* und *Liljestrand*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **193**, 527. 1922. — [17] *Kestner*, Klin. Wochenschr. **4**, 910. 1925; Klimastudien auf Teneriffa 1926. — [18] *Schneider*, Americ. journ. of physiol. **65**, 107. 1923. — [19] *Loewy*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **207**, 632. 1925. — [20] *Graefe*, Dtsch. Arch. f. klin. Med. **95**, 543. 1909. — [21] *Loewy*, Oppenheimers Handbuch der Biochemie. Bd. IV, S. 161. 1911. — [22] *Brieger*, Beitr. z. Klin. d. Tuberkul. **61**, 55. 1925. — [23] *Staehelin* und *Schütze*, Zeitschr. f. klin. Med. **75**, 1. 1919. —